

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
19. Dezember 2002 (19.12.2002)

PCT

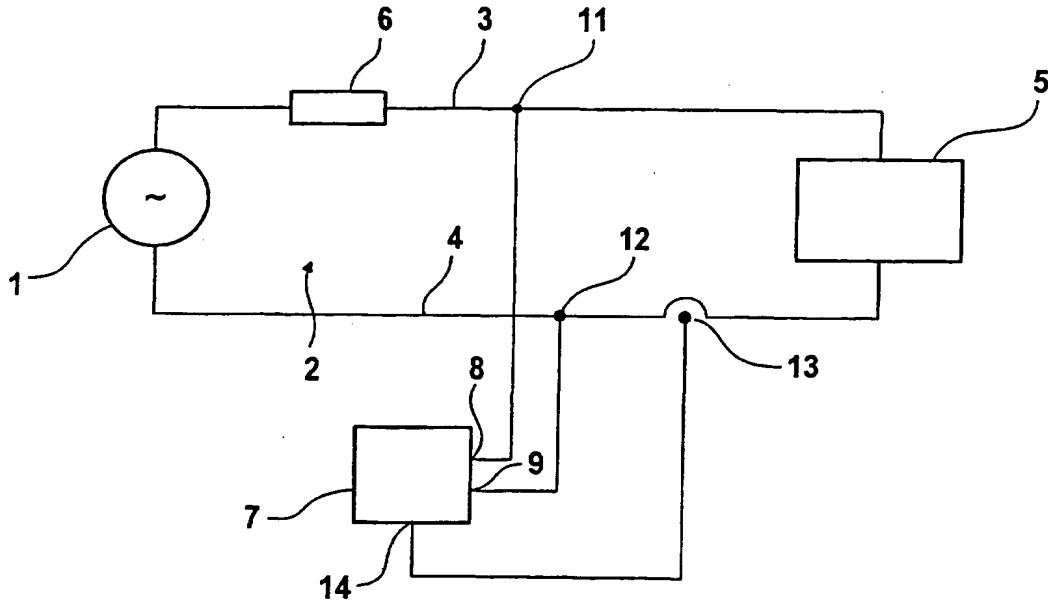
(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 02/101911 A1**

- (51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>: H02M 7/5387, H02J 3/01, H02M 1/084
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE02/02099
- (22) Internationales Anmeldedatum:  
7. Juni 2002 (07.06.2002)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:  
101 28 265.6 11. Juni 2001 (11.06.2001) DE
- (72) Erfinder; und
- (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): IDEN, Stefan [DE/DE]; Elisenstr. 4, 22087 Hamburg (DE). VAUPEL, Gustav [DE/DE]; Leuschner Str. 58, 21031 Hamburg (DE). RZADKI, Wolfgang [DE/DE]; Groothegen 4 e, 21509 Glinde (DE).
- (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT [DE/DE]; Wittelsbacherplatz 2, 80333 München (DE).
- (74) Gemeinsamer Vertreter: SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT; Postfach 22 16 34, 80506 München (DE).
- (81) Bestimmungsstaaten (national): CA, CN, KR, US.
- (84) Bestimmungsstaaten (regional): europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: CIRCUIT ARRANGEMENT FOR THE SUPPRESSION OF INTERFERING NETWORK REACTIONS

(54) Bezeichnung: SCHALTUNGSANORDNUNG ZUR UNTERDRÜCKUNG VON STÖRENDEN NETZRÜCKWIRKUNGEN



(57) Abstract: A non-linear user (5) on a supply voltage network (2) generates reactions in the network, the time course of which is non-sinusoidal. In order to return the current profile in the supply voltage network (2) to a sinusoidal form, a compensation device (7) is provided, which can either remove or inject energy according to the instantaneous behaviour of the load, such that, by parallel wiring of the compensation device (7) and the non-linear user (5), a behaviour at least approaching that of a linear user is achieved.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 02/101911 A1

**Erklärungen gemäß Regel 4.17:**

- hinsichtlich der Berechtigung des Anmelders, ein Patent zu beantragen und zu erhalten (Regel 4.17 Ziffer ii) für die folgenden Bestimmungsstaaten CA, CN, KR, europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR)
- Erfindererklärung (Regel 4.17 Ziffer iv) nur für US

**Veröffentlicht:**

- mit internationalem Recherchenbericht

- vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eintreffen

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

(57) **Zusammenfassung:** Ein nichtlinearer Verbraucher (5) an einem Versorgungsspannungsnetz (2) erzeugt in dem Netz Rückwirkungen, deren zeitlicher Verlauf nicht sinusförmig ist. Um den Stromverlauf in dem Versorgungsspannungsnetz (2) in die Sinusform zurückzubringen, ist eine Kompensationseinrichtung (7) vorgesehen, die in der Lage ist, je nach dem zeitlich momentanen Verhalten der Last Energie aufzunehmen oder zusätzlich abzugeben, so dass durch die Parallelschaltung aus der Kompensationseinrichtung (7) und dem nichtlinearen Verbraucher (5) im Verhalten ein linearer Verbraucher zumindest angenähert wird.

**Beschreibung**

Schaltungsanordnung zur Unterdrückung von störenden Netzrückwirkungen

5

Oberschwingungen in einem Stromnetz entstehen, wenn an dem Stromnetz Geräte betrieben werden, die nicht sinusförmig Strom entnehmen. Wenn die Stromentnahme, gemessen an der Leistungsfähigkeit des Stromnetzes groß ist, entstehen an den

- 10 Impedanzen des Stromnetzes nennenswerte frequenzabhängige Spannungsfälle, die andere an dem Netz angeschlossene Verbraucher stören können. Ein derartiges Verhalten wird auch als nichtsinusförmige Netzrückwirkung bezeichnet. Hierunter sollen alle Netzrückwirkungen verstanden sein, deren Frequenz  
15 nicht mit der Netzfrequenz übereinstimmt oder deren Frequenzspektrum mehr als die Netzfrequenz enthält.

Außerdem führen nicht sinusförmige Stromentnahmen zu Oberschwingungen, die ausgesendet werden und auch hierdurch andere Geräte stören können. Oberschwingungen sind obendrein in der Lage, unter Umständen über kapazitive Wege Tiefpasssiebglieder zu passieren.

Ganz besonders störend verhalten sich Direktumrichter, die am  
25 Netz betrieben werden. Die Direktumrichter können Störfrequenzen erzeugen, die unterhalb der Netzfrequenz liegen, und außerdem Zwischenharmonische, die aus der Modulation der Netzfrequenz mit der Lastfrequenz entstehen. Das Rückwirkungsspektrum eines Direktumrichters im Netz ist verhältnismäßig breit und die auftretenden Frequenzen hängen sehr stark  
30 vom Arbeitspunkt des Direktumrichters ab.

Wegen des für Direktumrichter typischen Stromverlaufes, ist es in schwachen Netzen meist nicht möglich, die Netzrückwirkungen mit einfachen passiven Siebgliedern zu unterdrücken.  
35 Insbesondere das breite aus Zwischenharmonischen und Oberschwingungen bestehenden Spektrum lässt sich durch passive

Siebschaltungen kaum positiv beeinflussen. Oft führt der Einsatz von passiven Siebgliedern sogar zu deutlich höheren Netzrückwirkungen, weil Resonanzen angeregt werden. Wenn die Siebglieder als einfacher Tiefpass ausgeführt wären, würden 5 Sie auch die Netzfreqenz nicht mehr passieren lassen.

In der Vergangenheit wurde bereits versucht, mit sogenannten aktiven Filtern, die Netzrückwirkung von netzgeführten Stromrichtern in den Griff zu bekommen. Die aktiven Filter müssen 10 gesteuert werden, und zwar aus der durch den Betrieb der Last auftretenden nicht sinusförmigen Netzrückwirkung.

In dem Aufsatz "DSP-Based Active Power Filter with Predictive Current Control" aus IEEE Transactions on Industrial Electronics, Vol. 44, Nr. 3 ist die Regelung eines aktiven Filters 15 im Zeitbereich erläutert. Das aktive Filter besteht aus einer Drehstrombrücke, die ausgangsseitig zu der Last parallel geschaltet ist, die eine nicht sinusförmige Netzrückwirkung erzeugt. Eingangsseitig ist an die Drehstrombrücke ein Kondensator angeschlossen. Mit Hilfe eines im Zeitbereich arbeitenden Reglers, soll die Drehstrombrücke so gesteuert werden, dass sie den nicht sinusförmigen Stromverbrauch, den die Last bestrebt ist dem speisenden Netz aufzuprägen, im Sinne eines 20 sinusförmigen Stromverlaufes kompensiert. Der Regler enthält einen Prozessor, der aus den Stromsignalen das Steuersignal 25 für die Brücke erzeugt.

Die zur Erzeugung des Steuersignal herangezogenen Größen, werden allerdings im Frequenzbereich gefiltert, so dass nur 30 die 5-te, 7-te, 11-te und 13-te Harmonische zur Regelung verwendet wird.

Ein derartiges System eignet sich nicht zur Filterung von nichtsinusförmigen Netzrückwirkungen, bei denen die Störfrequenzen kein ganzzahliges Vielfaches der Grundschwingung sind 35 und/oder sich zeitlich verändern.

Ausgehend hiervon ist es Aufgabe der Erfindung, eine Schaltungsanordnung zu schaffen, die ein besseres Unterdrücken der nicht sinusförmigen Netzrückwirkung gestattet, und zwar insbesondere der ansonsten schwer auszusiebenden niedrigen Frequenzen in der Umgebung der Netzfrequenz und der Zwischenharmonischen.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß mit den Merkmalen des Anspruches 1, .2 oder 3 gelöst.

10

Bei der erfindungsgemäßen Schaltungsanordnung ist ein Energiespeicher vorgesehen, der über eine gesteuerte Brücke zum Verbraucher parallel geschaltet ist. Die gesteuerte Brücke ist in der Lage in beide Richtungen elektrische Energie zu transportieren. Mit Hilfe einer Steuereinrichtung wird dafür gesorgt, dass der Energiespeicher immer dann Strom aufnimmt, wenn die Netzrückwirkung betragsmäßig positiv ist, d.h. der Verbraucher momentan weniger Strom dem Netz entnimmt als es dem Momentanwert einer sinusförmigen Stromentnahme mit Netzfrequenz entsprechen würde. Umgekehrt gibt der Energiespeicher dann Strom zusätzlich an den Verbraucher ab, wenn dessen momentaner Strombedarf über dem Momentanwert eines sinusförmigen Stromverlaufs mit Netzfrequenz liegt.

25 Aus der Sicht des Verbrauchers liegt der Energiespeicher über die gesteuerte Brücke zu dem stromversorgenden Netz parallel. Somit bilden die Anschlussstellen, an denen die Ausgänge der gesteuerten Brücke mit dem Stromnetz und somit mit dem Stromversorgungseingang des Verbrauchers verbunden sind, Stromknoten, an denen die zusätzliche Energie aus dem Energiespeicher eingespeist oder an denen die Energie zur momentanen Speicherung im Energiespeicher entnommen wird. Aus der Sicht des Netzes wird auf diese Weise der Strom, der aus der Energiequelle des Netzes zu dem Stromknoten fließt, weitgehend sinusförmig mit der Frequenz der Netzfrequenz.

Um die Brücke zu steuern, misst die Steueranordnung der erfindungsgemäßen Schaltungsanordnung den Strom, wie er aus dem Stromnetz zu dem Anschlussknoten fließt und außerdem den Strom, wie er von dem Anschlussknoten zum Verbraucher fließt.

- 5 Alternativ kann auch der Strom gemessen werden, der zwischen dem Ausgang der gesteuerten Brücke und dem Stromverzweigungsknoten fließt. Zusätzlich wird zu Synchronisation die Netzzspannung vor dem Stromknoten gemessen, also an einer Stelle, an der der Spannungsverlauf möglichst sinusförmig ist und
- 10 durch die Netzrückwirkung möglichst wenig beeinflusst wird.

Die so erhaltenen Daten werden im Zeitbereich zu Steuersignalen für die gesteuerte Brücke umgerechnet.

- 15 Die erfindungsgemäße Schaltung verzichtet auf eine Fourieranalyse und vermeidet dadurch die bei der Fourieranalyse inhärent auftretende Totzeit. Bei der erfindungsgemäßen Lösung entsteht nur eine Verzögerung in der Regelschaltung, die dem Berechnen der einzelnen Signalkomponenten im Zeitbereich entspricht. Dieses Verfahren ist wesentlich schneller und damit
- 20 in der Lage eine bessere Kompensation der Netzrückwirkung zu erzeugen.

- In einer bevorzugten Ausführungsform ist die gesteuerte Brücke eine gesteuerte Drehstrombrücke, die beispielsweise ähnlich aufgebaut sein kann, wie bei unterbrechungsfreien Stromversorgungen für Drehstromverbraucher. Der elektrische Energiespeicher ist ein Kondensator mit ausreichender Kapazität, die sich an der Größe der Netzrückwirkung des Verbrauchers
- 25 orientiert.

Der Verbraucher, dessen Netzrückwirkung zu kompensieren ist, kann ein mehrphasiger Verbraucher sein, insbesondere kann es sich um einen Direktumrichter handeln.

- 35 Das Kompensationsverhalten kann verbessert werden, wenn in dem Ausgang der gesteuerten Brücke zusätzlich ein aus passi-

ven Elementen aufgebauter Tiefpassfilter enthalten ist. Der Tiefpass, kann die Form eines T-Glieds mit Induktivitäten im Längszweig und einer Kapazität im Querzweig haben.

- 5 Die Schaltglieder der gesteuerten Brücke sind gesteuerte Halbleiterschalter, beispielsweise Thyristoren, GTO's, IGBT's oder IGCT's.

10 Im Falle der Kompensation der Netzrückwirkung bei einem Drehstromverbraucher, erfolgt zweckmäßigerweise die Berechnung der Steuersignale auf der Basis der dq-Komponenten des Vektordiagramms, wobei die dq-Komponenten aus den  $\alpha$ - und  $\beta$ -Komponenten hergeleitet werden.

- 15 Im übrigen sind Weiterbildungen der Erfindung Gegenstand von Unteransprüchen.

In der Zeichnung ist ein Ausführungsbeispiel des Gegenstandes der Erfindung dargestellt. Es zeigen:

20 Fig. 1 ein schematisches Schaltbild zur Veranschaulichung des Grundprinzips der neuen Schaltungsanordnung zur Verminderung der nicht sinusförmigen Netzrückwir-  
ing,

25 Fig. 2 das Prinzipschaltbild eines Direktumrichters,

30 Fig. 3 das vereinfachte Prinzipschaltbild der Speicheran-  
ordnung, bestehend aus Energiespeicher und gesteu-  
elter Brücke,

Fig. 4 ein Diagramm zu Erläuterung der  $\alpha$ - und  $\beta$ - bzw. dq-  
Komponenten und

35 Fig. 5 ein Blockschaltbild zur Veranschaulichung des Pro-  
gramms zur Berechnung der Steuersignale für die ge-  
steuerte Brücke.

Fig. 1 zeigt in einer sehr stark schematisierten Darstellung die Grundanordnung zur Kompensation von nicht sinusförmigen Netzrückwirkungen. Eine Netzstromquelle 1 liefert elektrische Energie in ein Wechselstromnetz 2 mit den Netzleitern 3 und 5 4. Die Energiequelle 1 ist beispielsweise ein Synchrongenerator wie er in Kraftwerken verwendet wird oder ein Synchrongenerator eines Blockheizkraftwerkes in einem Industriennetz oder auch ein von einem Dieselmotor angetriebener Generator auf einem Schiff.

10

Über das Netz 2 ist ein Stromverbraucher 5 angeschlossen, der von dem Synchrongenerator 1 seine elektrische Energie bezieht. Der Synchrongenerator 1 stellt somit die Energiequelle dar, während der Stromverbraucher 5 die Energiesenke dar- 15 stellt. Bei dem Stromverbraucher 5 handelt es sich um einen nicht-ohmschen Verbraucher, der ein beliebig nicht-lineares Verhalten zeigt. Aufgrund des nicht-linearen Verhaltens entsteht eine Stromentnahme aus dem Netz 2 mit einem Verlauf, der im Zeitbereich nicht sinusförmig ist. Das Netz ist ledig- 20 lich beispielhaft und schematisch als einphasiges Netz gezeigt.

Während bei einem ohmschen Verbraucher die Stromentnahme im Zeitbereich sinusförmig ist, erzeugt die Last 5 mit nichtlinearem Verhalten, eine Stromentnahme die wesentlich von der glatten Sinusform abweicht. Das Frequenzspektrum des Stromverlaufs bei einer ohmschen Belastung enthält lediglich die Netzfrequenz, während die Last mit nichtlinearem Verhalten ein Frequenzspektrum mit Oberschwingungen und Subharmonischen 30 hervorruft, d.h. das Frequenzspektrum enthält mehr als die Linie der Netzfrequenz.

In der nachfolgenden Beschreibung, wird die Gesamtheit der Frequenzanteile des Spektrums, die nicht mit der Netzfrequenz 35 übereinstimmen als nicht sinusförmige Netzrückwirkung bezeichnet. Beispielsweise bei einer gepulsten Last entstehen im Zeitbereich sprunghafte Änderungen in der Stromentnahme,

die sich im Frequenzbereich als die Überlagerung einer Vielzahl von Frequenzen manifestieren. Deswegen die Bezeichnung nicht sinusförmige Netzrückwirkung, weil im Zeitbereich ein von der Sinusform abweichender Stromverlauf aufgeprägt wird.

5

Das Netz 2, das den Synchrongenerator 1 mit dem Verbraucher 5 verbindet, weist eine komplexe Impedanz auf. Die Netzimpedanz ist durch das Impedanzglied 6 in dem Prinzipschaltbild zusammengefasst wiedergegeben.

10

Aufgrund des durch den Verbraucher 5 hervorgerufenen Stromes entsteht ein sinusförmig verlaufender Spannungsabfall an der Netzimpedanz 6, der von der nicht sinusförmigen Netzrückwirkung überlagert ist, die durch den Verbraucher 5 verursacht

15 wird. Zufolge der nicht sinusförmigen Netzrückwirkung werden unerwünschte zusätzliche Spannungsschwankungen an der Netzimpedanz 6 erzeugt und damit an weiteren in dem Prinzipschaltbild nicht gezeigten Verbraucher. Außerdem können die höher frequenten Anteile als elektromagnetische Welle in den Raum  
20 abgestrahlt oder magnetisch in Induktivitäten eingekoppelt werden. Es ist deswegen wichtig, diejenigen Leitungsbereiche, an denen der im Zeitbereich nicht sinusförmige Strom auftritt, so kurz wie möglich zu halten. Zu diesem Zweck ist zu dem Verbraucher 5 eine Kompensationseinrichtung 7 parallel  
25 geschaltet und zwar elektrisch über möglichst kurze Leitungen.

Die Kompensationseinrichtung 7 weist zwei Ausgangsanschlüsse 8 und 9 auf, die an Knoten 11 und 12 mit den Netzleitungen 3 und 4 verbunden sind. Außerdem liegt in der Netzleitung 4 zwischen dem Knoten 12 und dem Verbraucher 5 ein Stromsensor 13, der an einen Steuereingang 14 ein Signal abgibt, dessen Verlauf der Summe der Ströme aus der Kompensationseinrichtung 4 und der Stromquelle 1 entspricht.

35

Die Kompensationseinrichtung 7 stellt eine elektrische Puffer- oder Speichereinrichtung dar, die aus dem Strom gesteu-

ert wird, der in den Verbraucher 5 fließt und die derart wirkt, dass der Stromverlauf in den Netzleitungen 3 und 4 möglichst sinusförmig verläuft, mit der Frequenz der Netzfrequenz.

5

Die Kompensationseinrichtung 7 soll bewirken, dass sie zusätzlich Strom an den Verbraucher 5 abgibt, wenn dessen Stromverbrauch momentan größer ist als es dem Momentanwert des sinusförmigen Stromverlaufes mit Netzfrequenz zu diesem Zeitpunkt entspricht. Umgekehrt soll die Kompensationseinrichtung 7 Strom aufnehmen, wenn der Momentanwert der Stromaufnahme durch den Verbraucher 5 kleiner ist, als es dem Momentanwert des sinusförmigen Stromverlaufes zu diesem Zeitpunkt entspricht. Da davon auszugehen ist, dass sich die Maxima und Minima der nicht sinusförmigen Stromaufnahme durch den Verbraucher 5 etwa aufheben, d.h. ihr Gleichspannungsmittelwert 0 ist, genügt es, wenn in der Kompensationsschaltung 7 ein Speicherkondensator enthalten ist, dessen Kapazität so bemessen ist, dass eine entsprechende Glättung des sinusförmigen Stromverlaufes auf den Leitungen 3 und 4 erreicht werden kann.

Aus der Sicht der Energiequelle 1 sieht die Kompensationsschaltung 7 wie ein Filter aus, das die Oberschwingungen und die Subharmonischen aus der Stromaufnahme des Verbrauchers 5 ausfiltert. Da die Kompensationseinrichtung 7 über den Stromfühler 13 gesteuert wird, lässt sie sich auch als ein aktives oder gesteuertes Filter auffassen.

30 Da erfindungsgemäß die Steuerung der Energieaufnahme und -abgabe durch die Kompensationseinrichtung 7 mit Hilfe des über den Stromsensor 13 gewonnenen Stromsignals im Zeitbereich erfolgt, tritt eine sehr gute Kompensation oder Filterung zumindest jener Frequenzanteile der nicht sinusförmigen Netzrückwirkung auf, die sich in der Nähe der Netzfrequenz befinden, also sowohl der Subharmonischen als auch der Oberschwingungen mit niedriger Ordnungszahl.

Die Regelung im Zeitbereich vermeidet längere Totzeiten, wie sie entstehen würden, wenn die Regelung über die Fourieranalyse erfolgt. Bei nicht ganzzahligen Subharmonischen muss die Fourieranalyse mehrere Netzschwwingungen erfassen, damit auch

5 diese nicht ganzzahligen Vielfachen oder Brüche mit berücksichtigt werden. Somit würden bei der Fourieranalyse Totzeiten entstehen, weil das Steuersignal erst zur Verfügung steht, nachdem es im Grunde genommen schon seit mehreren Netzperioden unaktuell geworden ist. Die Steuerung im Zeitbereich vermeidet diesen Fehler und reduziert die Totzeit auf 10 die Reaktionszeit des Systems, die sich aus der Rechenzeit für die Berechnung der Steuerparameter ergibt, wie dies weiter unten im einzelnen beschrieben ist.

15 Fig. 2 zeigt das Prinzipschaltbild für einen Direktumrichter 14, der zusammen mit einem angeschlossenen Synchron- oder Asynchronmotor 15 den Verbraucher 5 bildet.

Der Direktumrichter 14 enthält in seinem Eingangskreis 16  
20 insgesamt 3 Drehstromtransformatoren 17, 18 und 19, deren Primärwicklungen 21, 22 und 23 im Stern mit dem Stromnetz 2 verbunden sind. Die Mehrphasen- oder Drehstromtransformatoren 17, 18 und 19 tragen ebenfalls im Stern geschaltete Sekundärwicklungen 24, 25 und 26, die eine gesteuerte Brücke in Gestalt einer Drehstrombrücke 27 speisen. Die Drehstrombrücke 27 setzt sich aus insgesamt 3 Teilbrücken 28, 29 und 31 zusammen, von denen jede der Erzeugung einer Phase des sekundären Drehstromnetzes dient. Jede Teilbrücke 28...31 enthält jeweils drei Brückenzweige 32 mit insgesamt vier antiparallel 25 zusammen geschalteten steuerbaren Schaltgliedern 33. Jede Teilbrücke 32 enthält insgesamt zwölf gesteuerte Schaltglieder 33, die zwei Ausgangsleitungen 34 und 35 speisen, wobei die Mittelpunkte der Brückenzweige 32 an die Primärwicklungen 24 wie gezeigt angeschlossen sind.

30

Bei dem gezeigten Ausführungsbeispiel ist der Synchronmotor 15 im Stern angeschaltet, weshalb die Teilbrücken 28, 29 und

10

31 jeweils mit einer Ausgangsleitung, wie sie der Ausgangsleitung 35 entspricht, an einen Sternpunkt angeschlossen sind. Die anderen Ausgangsleitungen, die der Ausgangsleitung 34 entsprechen, sind mit den entsprechenden Wicklungen des  
5 Motors 15 über einen Trennschalter 36 verbunden.

Die Steuerung der Schaltglieder 33, die beispielsweise Thyristoren, GTO's oder IGBT's sein können, geschieht über eine Steuereinrichtung 37, die über entsprechende Leitungen, symmetriert durch eine mehrpolige Leitung 38, mit den betreffenden Steuereingängen verbunden sind.  
10

Mit Hilfe des gezeigten Direktumrichters 14, dessen Arbeitsweise aus der Literatur hinlänglich bekannt ist und deswegen  
15 hier nicht zu erläutert werden braucht, kann ein sekundäres Drehstromnetz erzeugt werden, dessen Frequenz zwischen 0 und der ca. 0,5-fachen Netzfrequenz variiert werden kann.  
15

Fig. 3 veranschaulicht das vereinfachte Prinzipschaltbild der  
20 Kompensationseinrichtung 7 und zwar für eine dreiphasige Ausführung.

Die Kompensationseinrichtung 7 wird bei einer Dreiphasenanwendung im Grunde genommen von einer Art halbiertem Stromumrichter mit Gleichspannung zwischenkreis gebildet, von dem  
25 nur der Ausgangsleistungsteil verblieben ist. Die Kompensationseinrichtung 7 enthält als Leistungsteil eine 6-pulsige Drehstrombrücke mit insgesamt drei parallel geschalteten Brückenzweigen 41, 42 und 43. Jeder Brückenzweig 41, 42 und 43  
30 wird von der Serienschaltung aus zwei aktiven Schaltgliedern in Gestalt von IGBT's 44 und 45 gebildet, wobei einfachheitsshalber für die aktiven Schaltglieder der einzelnen Brückenzweige 41...43 für einander funktional entsprechende Leitungshalbleiter dieselben Bezugszeichen verwendet werden.  
35 Steuerseitig sind sämtliche Transistoren 44, 45 mit einer zentralen Ansteuerschaltung 46 über eine entsprechende mehrpolige Verbindung 47 verbunden. Die beiden Transistoren 44

und 45 jedes Brückenzweigs 41...43 sind hintereinander geschaltet, und alle Brückenzweige 41..43 liegen parallel an einem Speicher- oder Pufferkondensator 48.

- 5 Die Verbindung zwischen je zwei Transistoren 44, 45 liegt an einem als T-Glied geschalteten Tiefpass, bestehend aus einer Längsinduktivität 49, einem im Querzweig liegenden Kondensator 50 sowie einer weiteren Induktivität 51. Da die Schaltung für sämtliche Brückenzweige 41..43 gilt, sind auch hier wie-  
10 der dieselben Bezugszeichen für die passiven Bauelemente des Siebgliedes verwendet. Die Siebkondensatoren 50 liegen an ei-  
nem gemeinsamen nicht geerdeten Sternpunkt.

Ausgangsseitig ist jede der Induktivitäten mit einem entspre-  
15 chenden Phasenleiter 52, 53 und 54 verbunden, womit insoweit dieselbe Schaltung zustande kommt, wie für das einphasige Prinzipschaltbild nach Fig. 1.

Die Anschlussstellen an den Phasenleitern 52, 53 und 54 sind  
20 die Anschlussknoten 55, 56 und 57, die funktionsmäßig den Knoten 11 und 12 aus Fig. 1 entsprechen.

Bezogen auf die Energieflussrichtung von der Energiequelle 1 zu dem Verbraucher 5 liegen vor und hinter jedem Anschluss-  
25 knoten 55, 56 und 57 in jeder Phasenleitung 52, 53 und 54, jeweils Stromwandler 58.. 64. Diese Stromwandler 58.. 64 sind über Verbindungsleitungen 65 und 66 mit der Steuerschaltung 46 verbunden. Zusätzlich wird an wenigstens zwei Phasenleitern, beispielsweise den Phasenleitern 52 und 53, über eine  
30 Verbindungsleitung 67 der Momentanwert der verketteten Spannung abgegriffen, um eine Synchronisation mit der Netzfre-  
quenz zu ermöglichen.

Die Erfahrung hat gezeigt, dass sich der Spannungsverlauf  
35 besser zur Synchronisierung eignet als das Stromsignal, wie es über die Stromwandler 58.. 64 gewonnen wird.

## 12

- Die zentrale Steuereinrichtung 46 misst in jeder Phase den Strom vor und nach dem jeweiligen Stromknoten 55, 56 und 57, an dem der Strom aus der Kompensationseinrichtung 7 eingespeist, bzw. an dem der Strom in die Kompensationsseinrichtung 7 abgezweigt wird, um einen weitgehend sinusförmigen Stromverlauf in dem betreffenden Phasenleiter zwischen dem Stromknoten 55, 56 und 57 einerseits und der Energiequelle 1 andererseits zu erzeugen.
- 5            10          Die Steuereinrichtung 46 arbeitet, wie bereits mehrfach erwähnt im Zeitbereich, wobei das Steuerprogramm auf der Basis einer Vektordarstellung arbeitet.

15          Die Spannungen und/oder Ströme in den einzelnen Phasen lassen sich als komplexe Raumzeiger verstehen. Die Ströme in den einzelnen Phasenleitern sind zeitabhängige Größen der Art  $i_a(t)$ ,  $i_b(t)$ ,  $i_c(t)$ ; es gilt die Definition gemäß Fig.4. Sie lassen sich durch einen komplexen Raumzeiger in einem feststehenden  $\alpha$ - $\beta$ -Koordinatensystem darstellen oder durch einen komplexen Raumzeiger mit rotierenden dq-Koordinaten. Im letzteren System ist die Grundschwingung des Netzes die zeitliche Bezugsbasis. Dies bedeutet, dass bei einem System in dem nur noch die Netzfrequenz auftritt, das dq-System keinen Zeiger enthält. Im dq-System erzeugen nur noch diejenigen Komponenten einen umlaufenden Zeiger, die von der Netzfrequenz unterschiedlich sind, also sämtliche Subharmonische und alle Oberschwingungen. Für die Umrechnung der  $\alpha$ - und  $\beta$ -Komponenten in die abc-Komponenten und umgekehrt gelten die nachstehenden Gleichungen.

20            25            30

$$\begin{aligned} i_\alpha &= i_a \\ i_\beta &= 1/\sqrt{3} \cdot [i_b - i_c] \\ i_a &= i_\alpha \\ i_b &= -1/2 \cdot i_\alpha + i_\beta \sqrt{3/2} \\ 35 \quad i_c &= -1/2 \cdot i_\alpha - i_\beta \sqrt{3/2} \end{aligned}$$

Für die Umrechnung der  $\alpha$ - und  $\beta$ -Komponenten in die dq-Komponenten gelten die nachstehenden vier trigonometrischen Gleichungen.

$$5 \quad i_d = i_a \cdot \cos \gamma + i_\beta \cdot \sin \gamma \\ i_q = -i_a \cdot \sin \gamma + i_\beta \cdot \cos \gamma$$

$$i_a = i_d \cdot \cos \gamma - i_q \cdot \sin \gamma \\ i_\beta = i_d \cdot \sin \gamma + i_q \cdot \cos \gamma$$

10

Die Erzeugung der Steuersignale zum Steuern der aktiven Baulemente der Steuerbrücke der Kompensationseinrichtung 7 geschieht mit Hilfe eines Mikroprozessors oder Mikrocomputers, der in der zentralen Steuerung 46 enthalten ist. Hierbei kann  
15 es sich um einen VeCon-Prozessor handeln, der auf einem entsprechenden Chip integriert ist. Es handelt sich dabei um einen Chip, wie er von der Firma Masterguard in Erlangen in deren unterbrechungsfreier Stromversorgungsanlage verwendet wird.

20

Der entscheidende Programmteil zur Realisierung der Kompensation unter Verwendung einer Steuerung im Zeitbereich, ist in Fig. 5 als Blockschaltbild gezeigt. Das Programm ist entsprechend diesem Blockschaltbild gestaltet, wobei die gezeigten  
25 Blöcke Anweisungs- und Berechnungsblöcken in dem Programm entsprechen und die Leitungen den Verknüpfungen der Programmblöcke bzw. Sprünge im Programm.

In einem Anweisungsblock 68 werden die über die Stromwandler  
30 62, 63 und 64 gemessenen Strangströme, die dem Laststrom durch den Verbraucher 5 entsprechen, gemäß den oben genannten Beziehungen in  $\alpha$ - und  $\beta$ -Komponenten umgerechnet. Die  $\alpha$ - und  $\beta$ -Komponenten werden in einem nachfolgenden Anweisungsblock 69, und zwar unter Hinzunahme des Sinus und des Kosinus des  
35 Referenzwinkels, die weitere Eingangsgrößen 71 für den Block 69 darstellen in die dq-Komponenten umgerechnet. Danach werden linksdrehenden und rechtsdrehenden Komponenten enthalten,

wobei die rechtsdrehenden Komponenten in einem Anweisungsblock 72 und die linksdrehenden Vektorkomponenten in einem Anweisungsblock 73 gefiltert werden, was durch das dort angegebene Schaltungssymbol für einen Tiefpass symbolisiert wird.

- 5 Nach der so erhaltenen Glättung der rechts- und der linksdrehenden dq-Komponenten werden die Komponenten in einem Anweisungsblock 74 wieder in  $\alpha$ - und  $\beta$ -Komponenten zurückberechnet.

Die dq-Komponenten repräsentieren die Grundschwingung. Diese  
10 soll möglichst unverfälscht sein, weshalb ausschließlich hier zusätzlich die auf das Frequenzspektrum einwirkenden Filter 72 und 73 verwendet werden. In der weiteren Signalverarbeitung erfolgt keine Beeinflussung des Frequenzspektrums durch Filter mehr. Das Frequenzspektrum der Netzrückwirkung wird in  
15 seiner vollen Bandbreite unterhalb und insbesondere oberhalb der Grundfrequenz verarbeitet und zur Erzeugung der Steuersignale herangezogen.

Zuvor wird jedoch auf die linksdrehende geglättete d-Komponente, wie sie aus dem Block 72 erhalten wird, an einem Anweisungsblock 75 eine Komponente aufaddiert, die der Ladespannung des Kondensators 48 entspricht. Hierdurch soll an dem Kondensator 48 eine mittlere Spannung aufrecht erhalten werden. Die Berechnung geschieht in dem in Fig. 5 gezeigten oberen Zweig. Dazu wird in einem Anweisungsblock 76 die aktuelle Spannung des Kondensators 48 mit einem Referenzwert verglichen, und die so erhaltene Differenz gelangt in einen Programmblock 77, in dem ein PI-Regler simuliert wird. Das daraus erhaltene Signal gelangt in einen Programmanweisungsblock 78, der eine Begrenzung des Signals nach oben und nach unten festlegt. Dieses so erhaltene Signal gelangt zu dem bereits erwähnten Anweisungsblock 75 und wird dort zu der linksdrehenden d-Komponenten hinzuaddiert. Die zurückgewonnenen  $\alpha$ - und  $\beta$ -Komponenten werden in Anweisungsblöcken 79 und 81 von den  $\alpha$ - und  $\beta$ -Komponenten subtrahiert, wie sie unmittelbar aus den Anweisungsblock 68 erhalten werden. Nachfolgende Anweisungsblöcke 82 und 83 stellen Proportionalglieder dar, mit

**WO 02/101911**

**PCT/DE02/02099**

Zum Starten der Schaltung wird über die Brücke der Kondensator 48 aus dem Netz geladen.

Ein nichtlinearer Verbraucher 5 an einem Versorgungsspannungsnetz 2 erzeugt in dem Netz Rückwirkungen, deren zeitlicher Verlauf nicht sinusförmig ist. Um den Stromverlauf im Versorgungsspannungsnetz 2 in die Sinusform zurückzubringen, ist eine Kompensationseinrichtung 7 vorgesehen, die in der Lage ist, je nach dem zeitlich momentanen Verhalten der Last Energie aufzunehmen oder zusätzlich abzugeben, so dass durch die Parallelschaltung aus der Kompensationseinrichtung 7 und dem nichtlinearen Verbraucher 5 im Verhalten ein linearer Verbraucher zumindest angenähert wird.

## Patentansprüche

1. Schaltungsanordnung zur Verminderung der nichtsinusförmigen Netzrückwirkung von Verbrauchern (5) an einem Stromnetz (2), das von einer Energiequelle (1) gespeist wird,
  - mit einem elektrischen Energiespeicher (48),
  - mit einer Brücke (41, 42, 43), die steuerbare Schaltglieder (44, 45) aufweist, die eingangsseitig an den Energiespeicher (48) angeschlossen ist und die einen Ausgang aufweist,
  - der an das Stromnetz (2) parallel zu dem Verbraucher (5) anschließbar ist,
  - mit einer Steuereinrichtung (46) zum Ansteuern der steuerbaren Schaltglieder (44, 45) der Brücke (41, 42, 43), wobei die Steuereinrichtung (46) Steuereingänge (65, 66, 67) aufweist,
  - die dazu eingerichtet sind,
    - in wenigstens einer Phase des Stromnetzes (2) den Momentanwert der Netzspannung zu erfassen,
    - den Momentanwert des Stroms an einer Stelle (58, 59, 61) zu messen, die elektrisch zwischen der Energiequelle (1) des Stromnetzes (2) und dem Anschluss des Ausgangs der gesteuerten Brücke (41, 42, 43) liegt und
    - den Momentanwert des Stroms an einer weiteren Stelle (62, 6364) zu messen,
  - wobei die Steuereinrichtung (46) Prozessormittel enthält, um zumindest ohne Ausblenden von oberhalb der Grundfrequenz liegenden Frequenzen aus dem Frequenzspektrum der Netzrückwirkungen im Zeitbereich die erforderlichen Steuersignale für die steuerbaren Schaltglieder (44, 45) aus den gemessenen Strom- und Spannungswerten zu ermitteln, derart, dass die die nichtsinusförmige Rückwirkung minimiert wird.
2. Schaltungsanordnung zur Verminderung der nichtsinusförmigen Netzrückwirkung von Verbrauchern (5) an einem Stromnetz (2), das von einer Energiequelle (1) gespeist wird,
  - mit einem elektrischen Energiespeicher (48),
  - mit einer Brücke (41, 42, 43), die steuerbare Schaltglieder (44, 45) aufweist, die eingangsseitig an den Energiespei-

cher (48) angeschlossen ist und die einen Ausgang aufweist, der an das Stromnetz (2) parallel zu dem Verbraucher (5) anschließbar ist,

5 mit einer Steuereinrichtung (46) zum Ansteuern der steuerbaren Schaltglieder (44,45) der Brücke (41,42,43), wobei die Steuereinrichtung (46) Steuereingänge (65,66,67) aufweist, die dazu eingerichtet sind,

in wenigstens einer Phase des Stromnetzes (2) den Momentanwert der Netzspannung zu erfassen,

10 den Momentanwert des Stroms an einer Stelle (58,59,61) zu messen, die elektrisch zwischen der Energiequelle (1) des Stromnetzes (2) und dem Anschluss des Ausgangs der gesteuerten Brücke (41,42,43) liegt und

15 den Momentanwert des Stroms an einer weiteren Stelle (62,6364) zu messen,

wobei die Steuereinrichtung (46) Prozessormittel enthält, um zumindest ohne Ausblenden von unterhalb der Grundfrequenz liegenden Frequenzen aus dem Frequenzspektrum der Netznachwirkungen im Zeitbereich die erforderlichen Steuersignale für die steuerbaren Schaltglieder (44,45) aus den gemessenen Strom- und Spannungswerten zu ermitteln, derart, dass die die nichtsinusförmige Rückwirkung minimiert wird.

3. Schaltungsanordnung zur Verminderung der nichtsinusförmigen Netznachwirkung von Verbrauchern (5) an einem Stromnetz (2), das von einer Energiequelle (1) gespeist wird, mit einem elektrischen Energiespeicher (48), mit einer Brücke (41,42,43), die steuerbare Schaltglieder (44,45) aufweist, die eingangsseitig an den Energiespeicher (48) angeschlossen ist und die einen Ausgang aufweist, der an das Stromnetz (2) parallel zu dem Verbraucher (5) anschließbar ist,

35 mit einer Steuereinrichtung (46) zum Ansteuern der steuerbaren Schaltglieder (44,45) der Brücke (41,42,43), wobei die Steuereinrichtung (46) Steuereingänge (65,66,67) aufweist, die dazu eingerichtet sind,

in wenigstens einer Phase des Stromnetzes (2) den Momen-

tanwert der Netzspannung zu erfassen,

den Momentanwert des Stroms an einer Stelle (58, 59, 61) zu messen, die elektrisch zwischen der Energiequelle (1) des Stromnetzes (2) und dem Anschluss des Ausgangs der gesteuerten Brücke (41, 42, 43) liegt und

den Momentanwert des Stroms an einer weiteren Stelle (62, 6364) zu messen,

wobei die Steuereinrichtung (46) Prozessormittel enthält, um ohne Ausblenden von oberhalb und unterhalb der Grundfrequenz liegenden Frequenzen aus dem Frequenzspektrum der Netzrückwirkungen im Zeitbereich die erforderlichen Steuersignale für die steuerbaren Schaltglieder (44, 45) aus den gemessenen Strom- und Spannungswerten zu ermitteln, derart, dass die die nichtsinusförmige Rückwirkung minimiert wird.

15

4. Schaltungsanordnung nach Anspruch 1, 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass das Stromnetz (2) und der Verbraucher (5) mehrphasig sind und dass die Brücke (41, 42, 43) eine Drehstrombrücke ist.

20

5. Schaltungsanordnung nach Anspruch 1, 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass der elektrische Energiespeicher (48) ein Kondensator ist.

25

6. Schaltungsanordnung nach Anspruch 1, 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass der mehrphasige Verbraucher (5) ein Direktumrichter (14) mit einer angeschlossenen Last (15) ist.

30

7. Schaltungsanordnung nach Anspruch 1, 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass eine Ladeschaltung (41, 42, 43) vorgesehen ist, um zu Beginn des Betriebs der Schaltungsanordnung den Energiespeicher (48) aufzuladen.

35

8. Schaltungsanordnung nach Anspruch 1, 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass in jedem Ausgang der gesteuerten Brücke (41, 42, 43) ein Tiefpass (49, 50, 51) enthalten ist.

20

9. Schaltungsanordnung nach Anspruch 1, 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass der Tiefpass von einem LCL-Glied (49, 50, 51) gebildet ist.
- 5 10. Schaltungsanordnung nach Anspruch 1, 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Schaltglieder (44, 45) Halbleiter-schaltglieder sind.

1 / 5

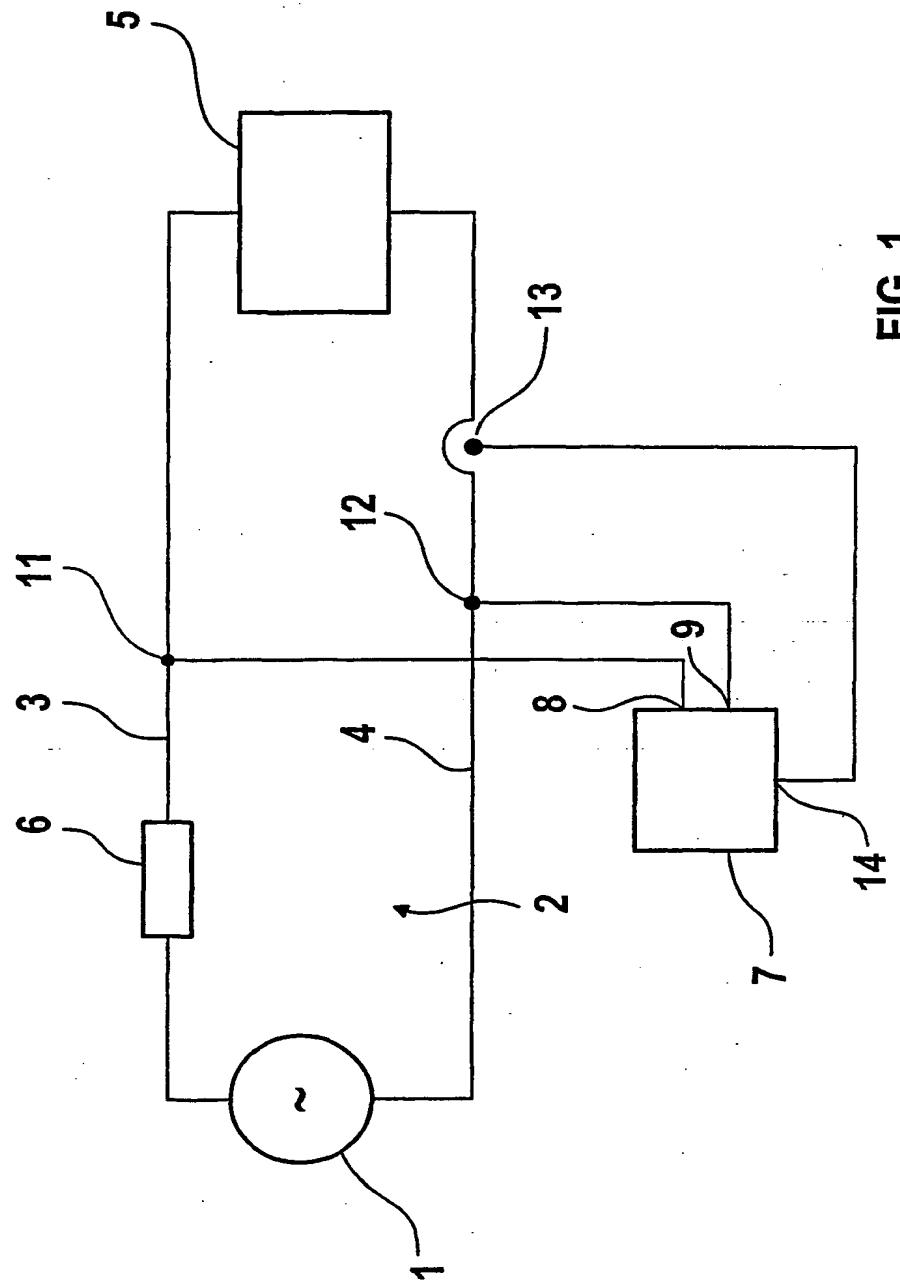


FIG 1

2 / 5

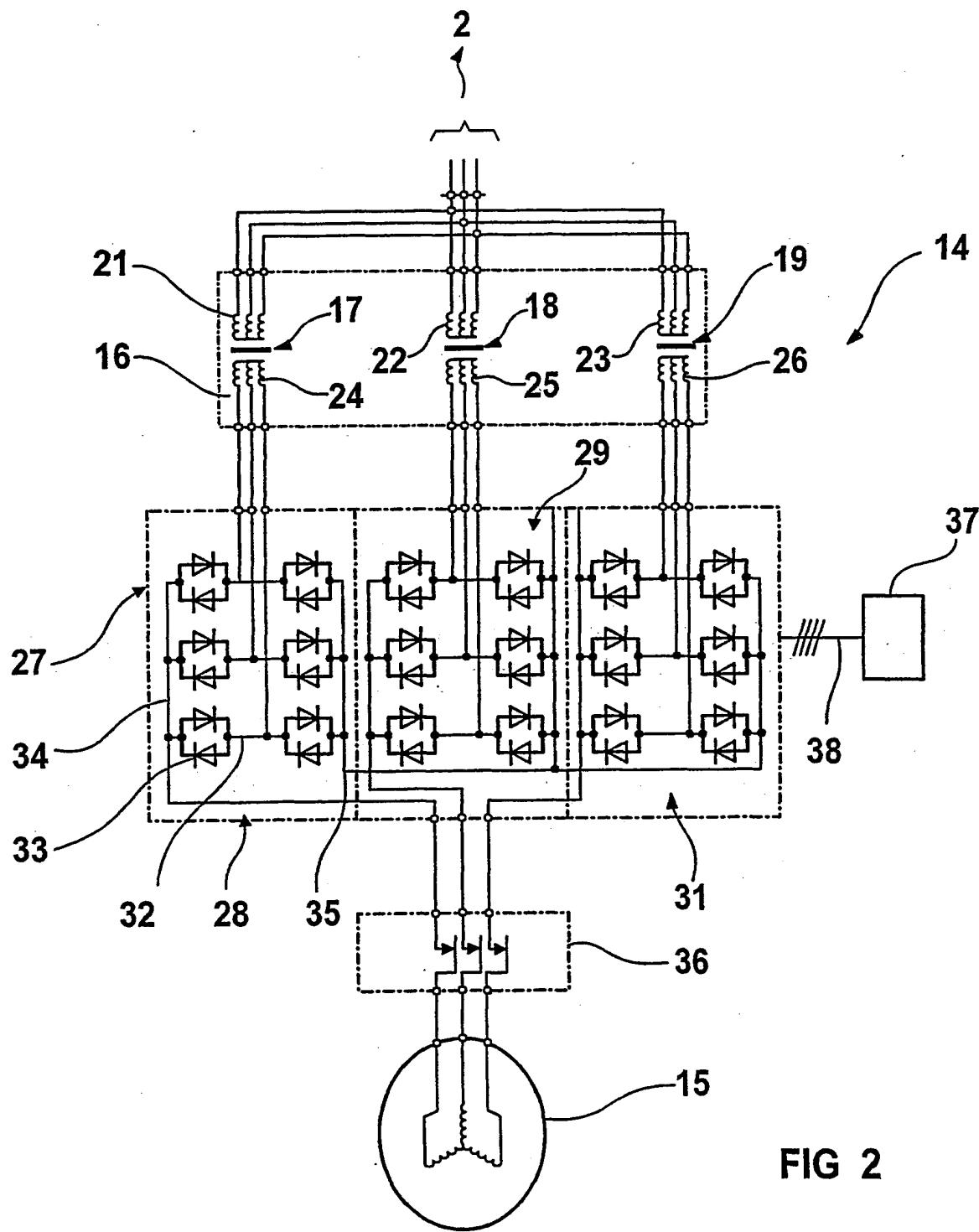


FIG 2

3 / 5

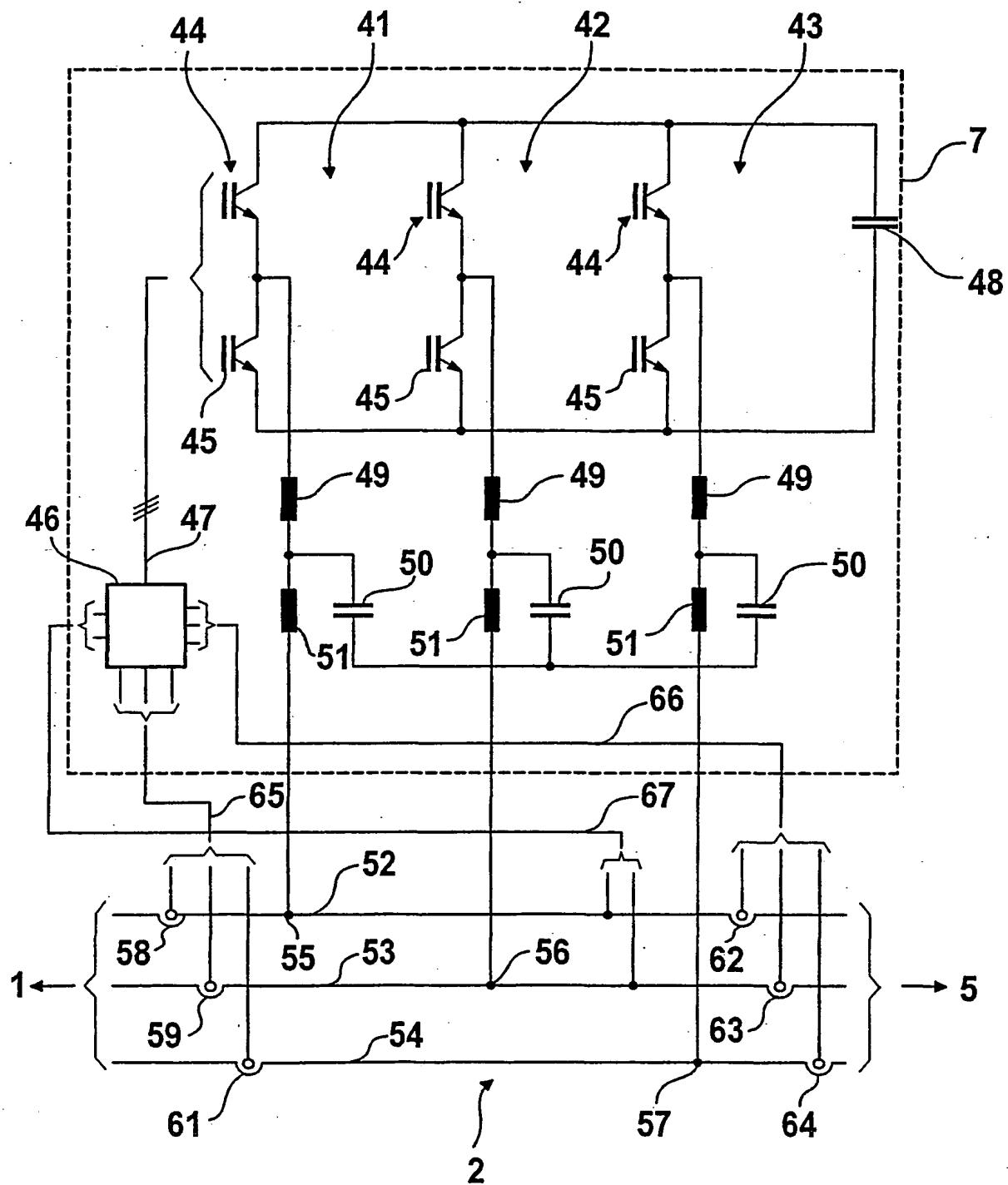


FIG 3

4 / 5

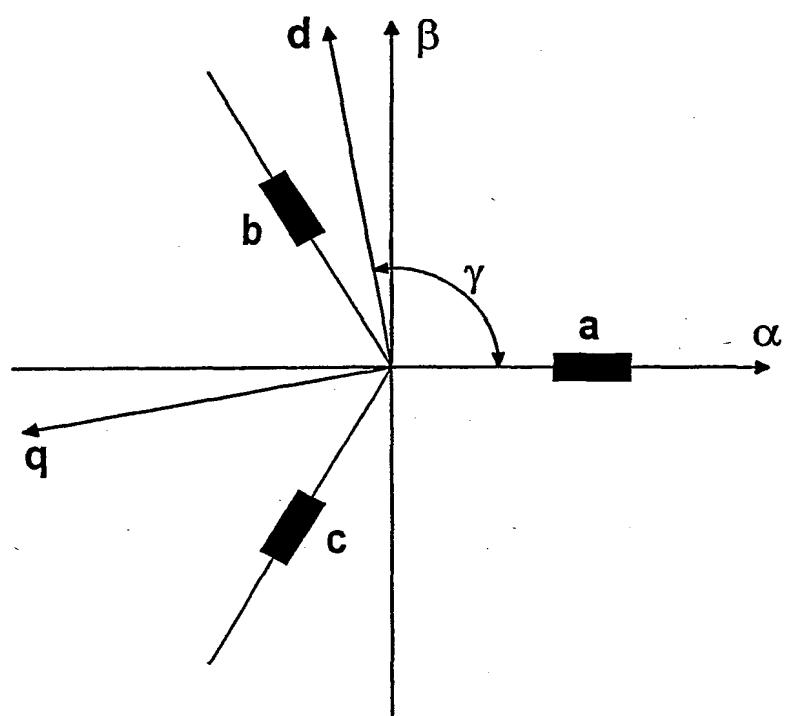


FIG 4

5 / 5

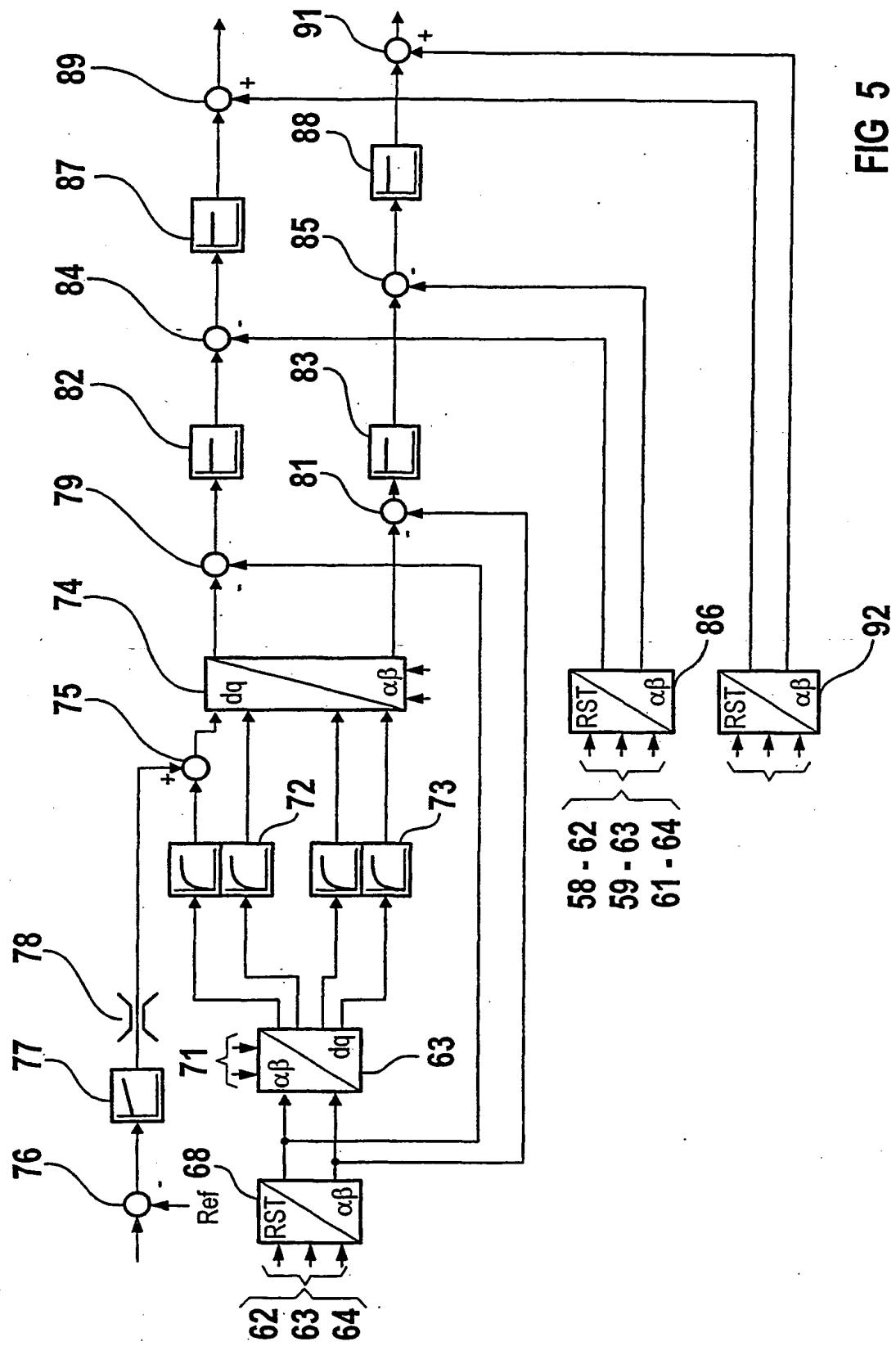


FIG 5

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Int'l Application No  
PCT/DE 02/02099

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
IPC 7 H02M7/5387 H02J3/01 H02M1/084

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
IPC 7 H02M H02J

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 4 812 669 A (IKEDA KAZUO ET AL) 14 March 1989 (1989-03-14) column 1, line 21-27; figures 8,10,11 column 3, line 31-62 column 6, line 1-11 column 15, line 50-68 column 16, line 1-68 column 17, line 1-6 column 6, line 46-68; figure 8 column 7, line 1-33	1-3
X	----- -/-	4-10

Further documents are listed in the continuation of box C.

Patent family members are listed in annex.

## \* Special categories of cited documents :

- \*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \*E\* earlier document but published on or after the international filing date
- \*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- \*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- \*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- \*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- \*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- \*&\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

11 October 2002

Date of mailing of the international search report

23/10/2002

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl.  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Kanelis, K

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/DE 02/02099

## C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	BASIC D ET AL: "SELECTIVE COMPENSATION OF CYCLOCONVERTER HARMONICS AND INTERHARMONICS BY USING A HYBRID POWER FILTER SYSTEM" 31ST. ANNUAL IEEE POWER ELECTRONICS SPECIALISTS CONFERENCE. PESC 00. CONFERENCE PROCEEDINGS. GALWAY, IRELAND, JUNE 18 - 23, 2000, ANNUAL POWER ELECTRONICS SPECIALISTS CONFERENCE, NEW YORK, NY: IEEE, US, vol. 3 OF 3. CONF. 31, 18 June 2000 (2000-06-18), pages 1137-1142, XP000988194 ISBN: 0-7803-5693-4 page 1137, column 1, paragraph 2 page 1138, column 1, paragraphs 1,2; figures 3,11-15 page 1141, column 2, paragraphs 2,3 page 1138, column 1, paragraphs 1,2; figures 3,5 page 1140, column 2, paragraph 2; figure 10 page 1141, column 2, paragraphs 2,3; figure 11 page 1142, column 2, paragraphs 1,2; figures 12-15	1-3
Y		1-10
A	BASIC D ET AL: "Hybrid filter control system with adaptive filters for selective elimination of harmonics and interharmonics" IEE PROCEEDINGS: ELECTRIC POWER APPLICATIONS, INSTITUTION OF ELECTRICAL ENGINEERS, GB, vol. 147, no. 4, 7 July 2000 (2000-07-07), pages 295-303, XP006014126 ISSN: 1350-2352 page 298, column 2, paragraphs 2,3; figures 3-5 page 300, column 2, paragraphs 2-4; figures 8-16	1-3
Y		1-10
Y	US 5 648 894 A (DEDONCKER RIK WIVINA ANNA ADEL ET AL) 15 July 1997 (1997-07-15) column 8, line 13-33; figures 5,7,8 column 9, line 8-44	1-10

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

Int'l Application No

PCT/DE 02/02099

Patent document cited in search report	Publication date		Patent family member(s)		Publication date
US 4812669	A	14-03-1989	DE 3751020 D1 DE 3751020 T2 EP 0254073 A2 JP 2115439 C JP 8034669 B JP 63240327 A KR 9103024 B1		09-03-1995 01-06-1995 27-01-1988 06-12-1996 29-03-1996 06-10-1988 15-05-1991
US 5648894	A	15-07-1997	NONE		

## INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Int. nationales Aktenzeichen

PCT/DE 02/02099

A. Klassifizierung des Anmeldungsgegenstandes  
 IPK 7 H02M7/5387 H02J3/01 H02M1/084

Nach der internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)  
 IPK 7 H02M H02J

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 4 812 669 A (IKEDA KAZUO ET AL) 14. März 1989 (1989-03-14) Spalte 1, Zeile 21-27; Abbildungen 8,10,11 Spalte 3, Zeile 31-62 Spalte 6, Zeile 1-11 Spalte 15, Zeile 50-68 Spalte 16, Zeile 1-68 Spalte 17, Zeile 1-6 Spalte 6, Zeile 46-68; Abbildung 8 Spalte 7, Zeile 1-33 ----	1-3
X	----- -/-	4-10

Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

Siehe Anhang Patentfamilie

- \* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :
- \*A\* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
- \*E\* Älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
- \*L\* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
- \*O\* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
- \*P\* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

- \*T\* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist
- \*X\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erforderlicher Tätigkeit beruhend betrachtet werden
- \*Y\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erforderlicher Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist
- \*&\* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche Absendedatum des Internationalen Recherchenberichts

11. Oktober 2002

23/10/2002

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde  
 Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
 NL - 2280 HV Rijswijk  
 Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
 Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Kanelis, K

## INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 02/02099

## C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie°	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Beir. Anspruch Nr.
A	BASIC D ET AL: "SELECTIVE COMPENSATION OF CYCLOCONVERTER HARMONICS AND INTERHARMONICS BY USING A HYBRID POWER FILTER SYSTEM" 31ST. ANNUAL IEEE POWER ELECTRONICS SPECIALISTS CONFERENCE. PESC 00. CONFERENCE PROCEEDINGS. GALWAY, IRELAND, JUNE 18 - 23, 2000, ANNUAL POWER ELECTRONICS SPECIALISTS CONFERENCE, NEW YORK, NY: IEEE, US, Bd. 3 OF 3. CONF. 31, 18. Juni 2000 (2000-06-18), Seiten 1137-1142, XP000988194 ISBN: 0-7803-5693-4 Seite 1137, Spalte 1, Absatz 2 Seite 1138, Spalte 1, Absätze 1,2; Abbildungen 3,11-15 Seite 1141, Spalte 2, Absätze 2,3 Seite 1138, Spalte 1, Absätze 1,2; Abbildungen 3,5 Seite 1140, Spalte 2, Absatz 2; Abbildung 10 Seite 1141, Spalte 2, Absätze 2,3; Abbildung 11 Seite 1142, Spalte 2, Absätze 1,2; Abbildungen 12-15	1-3
Y		1-10
A	BASIC D ET AL: "Hybrid filter control system with adaptive filters for selective elimination of harmonics and interharmonics" IEE PROCEEDINGS: ELECTRIC POWER APPLICATIONS, INSTITUTION OF ELECTRICAL ENGINEERS, GB, Bd. 147, Nr. 4, 7. Juli 2000 (2000-07-07), Seiten 295-303, XP006014126 ISSN: 1350-2352 Seite 298, Spalte 2, Absätze 2,3; Abbildungen 3-5 Seite 300, Spalte 2, Absätze 2-4; Abbildungen 8-16	1-3
Y		1-10
Y	US 5 648 894 A (DEDONCKER RIK WIVINA ANNA ADEL ET AL) 15. Juli 1997 (1997-07-15) Spalte 8, Zeile 13-33; Abbildungen 5,7,8 Spalte 9, Zeile 8-44	1-10

## INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 02/02099

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 4812669	A 14-03-1989	DE 3751020 D1 DE 3751020 T2 EP 0254073 A2 JP 2115439 C JP 8034669 B JP 63240327 A KR 9103024 B1	09-03-1995 01-06-1995 27-01-1988 06-12-1996 29-03-1996 06-10-1988 15-05-1991
US 5648894	A 15-07-1997	KEINE	

THIS PAGE BLANK (USPTO)